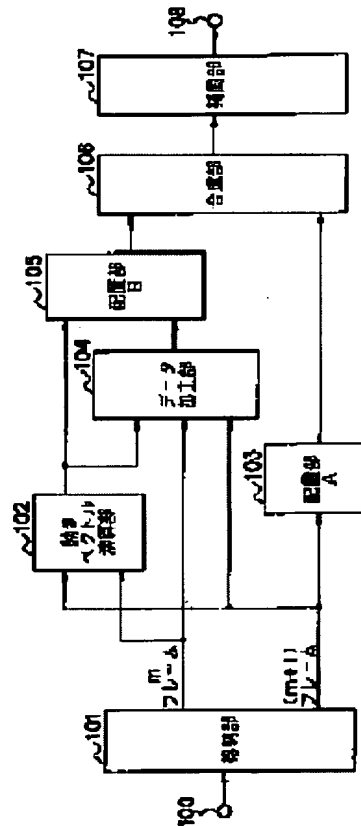


IMAGE PROCESSING UNIT, ITS METHOD AND COMPUTER-READABLE STORAGE MEDIUM

Patent number: JP2000354244
Publication date: 2000-12-19
Inventor: MIYAKE NOBUTAKA
Applicant: CANON INC
Classification:
 - international: H04N7/30; G06T3/40; G06T1/00; H03M7/30; H03M7/36
 - european:
Application number: JP19990165941 19990611
Priority number(s):

Abstract of JP2000354244

PROBLEM TO BE SOLVED: To generate a high resolution picture with high picture quality by synthesizing a plurality of still pictures.
SOLUTION: A motion vector arithmetic section 102 obtains a motion vector from two pictures [m-th, (m+1)th frames] received continuously and a layout section A 103 lays out the 2nd picture to a memory. A data processing section 104 processes pixel values of the 1st picture so that the 1st picture is well adaptive to the 2nd picture. A layout section B 105 lays out the picture that is processed in the memory in response to a vector quantity. A synthesis section 106 synthesizes the two pictures arranged in the same memory to generate one high resolution picture. The data processing section 104 generates a block A consisting of $N \times N$ pixels from the 1st picture and p-sets ($p \geq 1$) blocks in the unit of $N \times N$ pixels from the 2nd picture, applies orthogonal transform to the blocks and generates a block FK consisting of new $N \times N$ components by using the orthogonal transform coefficient. Inverse orthogonal transform is applied to the block FK and the result of transform is laid out with an offset from sampling points of the 2nd picture. The picture laid out with the offset and the 2nd picture are synthesized.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-354244

(P2000-354244A)

(43) 公開日 平成12年12月19日 (2000. 12. 19)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 4 N	7/30	H 0 4 N 7/133	Z 5 B 0 5 7
G 0 6 T	3/40	H 0 3 M 7/30	A 5 C 0 5 9
	1/00	7/36	5 J 0 6 4
H 0 3 M	7/30	G 0 6 F 15/66	3 5 5 A
	7/36		4 7 0 J
審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 18 頁)			

(21) 出願番号 特願平11-165941

(22) 出願日 平成11年6月11日 (1999. 6. 11)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 三宅 信孝

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(74) 代理人 100090273

弁理士 國分 孝悦

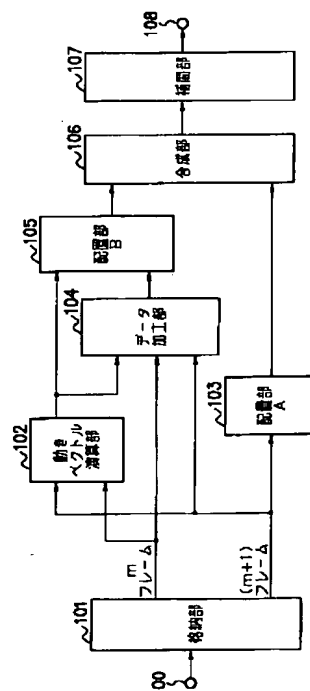
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、方法及びコンピュータ読み取り可能な記憶媒体

(57) 【要約】

【課題】 複数の静止画を合成して一枚の高解像度画像を高画質に作成する。

【解決手段】 動きベクトル演算部102は、連続して入力される2枚の画像[m、(m+1)フレーム]から動きベクトルを求め、配置部A103は2枚目の画像をメモリ内に配置する。データ加工部104は、1枚目の画像を2枚目の画像にうまく適合するように画素値を加工する。配置部B105は、データ加工された画像を、上記動きベクトル量に応じて上記メモリ内に配置する。合成部106は同一メモリ内に配置した2枚の画像を合成して一枚の高解像度画像を作成する。データ加工部102においては、1枚目の画像からN×N画素のブロックAを作成し、2枚目の画像からN×N画素単位のp個(p≥1)のブロックを作成し、これらのブロックをそれぞれ直交変換し、その直交変換係数を用いて新規なN×N個の成分からなるブロックF_Kを作成する。このブロックF_Kを逆直交変換し、その変換結果を上記2枚目の画像の標本点とずらせて配置する。このずらせて配置した画像と上記2枚目の画像とが合成される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力される 1 枚目の画像から $N \times N$ 画素単位のブロック A を作成する第 1 のブロック化手段と、
入力される 2 枚目の画像から $N \times N$ 画素単位の p 個 ($p \geq 1$) のブロックを作成する第 2 のブロック化手段と、
上記ブロック A 及び p 個のブロックをそれぞれ直交変換する変換手段と、
上記ブロック A 及び p 個のブロックの直交変換係数を用いて新規に $N \times N$ 個の成分より構成される変換係数のブ

$$F_K[i][j] = \sum_{q=1}^p \alpha_q[i][j] \cdot F_q[i][j] + \beta[i][j] \cdot F_A[i][j]$$

(但し、 $F_K[i][j]$ はブロック F_K の成分 $[i][j]$ における直交変換係数、 F_q は 2 枚目の画像で作成したブロック番号 q の成分 $[i][j]$ における直交変換係数、 $\alpha_q[i][j]$ はブロック番号 q の成分 $[i][j]$ における係数、 $\beta[i][j]$ は成分 $[i][j]$ における係数、 $F_A[i][j]$ はブロッ

$$F_K[i][j] = \sum_{q=1}^p h(x', y') \cdot \alpha_q[i][j] \cdot F_q[i][j] + \beta[i][j] \cdot F_A[i][j]$$

(但し、 $F_K[i][j]$ はブロック F_K の成分 $[i][j]$ における直交変換係数、 F_q は 2 枚目の画像で作成したブロック番号 q の成分 $[i][j]$ における直交変換係数、 $\alpha_q[i][j]$ はブロック番号 q の成分 $[i][j]$ における係数、 $\beta[i][j]$ は成分 $[i][j]$ における係数、 $F_A[i][j]$ はブロック A の成分 $[i][j]$ における直交変換係数、 x' 、 y' は 2 枚目の画像で作成したブロック中の 1 つのブロックの原点から配置するブロック K の原点までの距離、 $h(x', y')$ は x' 、 y' の値に依存した補間演算の関数を示す) により算出することを特徴とする請求項 1 記載の画像処理装置。

【請求項 4】 上記 $\beta[i][j]$ の係数値の設定は、上記成分 $[i][j]$ が低周波領域よりも高周波領域の値が大きくなるように設定することを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の画像処理装置。

【請求項 5】 入力される 1 枚目の画像から $N \times N$ 画素単位のブロック A を作成する手順と、
入力される 2 枚目の画像から $N \times N$ 画素単位の p 個 ($p \geq 1$) のブロックを作成する手順と、
上記ブロック A 及び p 個のブロックをそれぞれ直交変換する手順と、
上記ブロック A 及び p 個のブロックの直交変換係数を用いて新規に $N \times N$ 個の成分より構成される変換係数のブロック F_K を作成する手順と、
上記ブロック F_K を逆直交変換する手順と、
上記逆直交変換結果を上記 2 枚目の画像の標本点とずらせて配置する手順と、
上記ずらせて配置した画像と上記 2 枚目の画像とを合成

する変換係数作成手段と、

上記ブロック F_K を逆直交変換する逆直交変換手段と、
上記逆直交変換結果を上記 2 枚目の画像の標本点とずらせて配置する配置手段と、
上記ずらせて配置した画像と上記 2 枚目の画像とを合成する合成手段とを設けたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】 上記変換係数作成手段は、
【数 1】

ク A の成分 $[i][j]$ における直交変換係数を示す) により算出することを特徴とする請求項 1 記載の画像処理装置。

【請求項 3】 上記変換係数作成手段は、
【数 2】

する手順とを設けたことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 6】 入力される 1 枚目の画像から $N \times N$ 画素単位のブロック A を作成する処理と、
入力される 2 枚目の画像から $N \times N$ 画素単位の p 個 ($p \geq 1$) のブロックを作成する処理と、
上記ブロック A 及び p 個のブロックをそれぞれ直交変換する処理と、
上記ブロック A 及び p 個のブロックの直交変換係数を用いて新規に $N \times N$ 個の成分より構成される変換係数のブロック F_K を作成する処理と、
上記ブロック F_K を逆直交変換する処理と、
上記逆直交変換結果を上記 2 枚目の画像の標本点とずらせて配置する処理と、
上記ずらせて配置した画像と上記 2 枚目の画像とを合成する処理とを実行するためのプログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、入力した画像情報を拡大変倍して出力するプリンタ等の画像出力装置や、解像度の異なる機種間通信で低解像度情報から高解像度情報に解像度変換する場合に用いて好適な画像処理装置、方法及びそれらに用いられるコンピュータ読み取り可能な記憶媒体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来より、入力した低解像度情報を高解像度情報に解像度変換する方法として、様々な方法が提案されている。これらの提案されている従来方法は、対象となる画像の種類 (例えば、各画素ごとに階調情報を持つ

多値画像、疑似中間調により2値化された2値画像、固定閾値により2値化された2値画像、文字画像等)によって、その変換処理方法が異なっている。

【0003】従来の内挿方法としては、図22に示すように内挿点に最も近い同じ画素値を配列する最近接内挿

$$E = (1-i) \cdot (1-j) \cdot A + i \cdot (1-j) \cdot B + (1-i) \cdot j \cdot C + i \cdot j \cdot D \cdots (1)$$

(但し、画素間距離を1とした場合に、Aから水平方向にi、垂直方向にjの距離があるとする($i \leq 1$ 、 $j \leq 1$))。

【0004】また、古くからサンプリング定理で表されているように、サンプリングされた離散信号を連続信号に変換する手段として、SINC関数で表現できる理想低域ろ波器を通過させることによって再現することができる。SINC関数を演算するのは処理時間がかかることなどから、SINC関数で表現される補間関数を近似して、簡単な積和演算のみで補間値を算出する方法がある。

方法、図23に示すように内挿点を囲む4点(4点の画素値をA、B、C、Dとする)の距離により、以下の演算によって画素値Eを決定する共1次内挿法等が一般的に用いられている。

【0005】「画像解析ハンドブック：高木幹雄、下田陽久監修 東京大学出版会」によると、3次畳み込み内挿法(Cubic Convolution interpolation)において、補間関数の近似が実現できる。内挿したい点の周囲の観測点16点の画像データを用いて、求める画像データを次の式で示される3次畳み込み関数を用いて内挿する。尚、P11~P44は周辺画素値を示し、図24にその配置を示す。

【0006】
【数3】

$$P = \begin{bmatrix} f(y1) & f(y2) & f(y3) & f(y4) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P11 & P12 & P13 & P14 \\ P21 & P22 & P23 & P24 \\ P31 & P32 & P33 & P34 \\ P41 & P42 & P43 & P44 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f(x1) \\ f(x2) \\ f(x3) \\ f(x4) \end{bmatrix} \cdots \text{式2}$$

$$f(t) = \sin(\pi t) / (\pi t) \\ \Rightarrow \begin{cases} 1 - 2|t|^2 + |t|^3 & (0 \leq |t| < 1) \\ 4 - 8|t| + 5|t|^2 - |t|^3 & (1 \leq |t| < 2) \\ 0 & (2 \leq |t|) \end{cases} \cdots \text{式3}$$

$$\begin{aligned} x1 &= 1 + (u - [u]) & y1 &= 1 + (v - [v]) \\ x2 &= (u - [u]) & y2 &= (v - [v]) \\ x3 &= 1 - (u - [u]) & y3 &= 1 - (v - [v]) \\ x4 &= 2 - (u - [u]) & y4 &= 2 - (v - [v]) \end{aligned} \cdots \text{式4}$$

([]はガウス記号で整数部分をとる)

【0007】しかしながら、上述した3種類の従来例では、何れも補間時に補間によるぼけ及び入力低解像度に依存したブロック状のジャギーが生じ、高画質の高解像度画像を作成することができなかった。

【0008】そこで本出願人は、低解像情報から高解像情報を作成する場合に、補間処理による補間ぼけもなく、またジャギーが発生することもない解像度変換方法を特開平7-93531号公報、特開平7-10726

8号公報、特開平7-105359号公報により提案した。これらの提案の基本的な考え方は、入力した原情報から解像度依存成分を除去し、除去した状態で画素数を出力解像度相当まで増加させ、増加させた状態の中で新たな解像度に見合う情報を推測し作成する方法である。入力解像度の依存性を取り除く手段はLPFによる平滑化、画素数の増加は線形補間により実現可能である。高解像情報の推測は補間後の情報を単純2値化して、

“1”に分類された画素と“0”に分類された画素に対してそれぞれ異なる処理を行うことにより、出力する画素値を算出する。

【0009】また、特開平9-252400号公報で提案したように、画素値の連続性が保たれた良好なエッジを作成する方法もある。上記公報では、低解像度注目画素の周辺画素より m 点 ($m \geq 1$) の画素 (ただし、 m 点

$$h(k) = \sum_{n=1}^m \alpha(n)P(n) + \beta C(k) \quad \cdots \text{式5}$$

($\alpha(n)$ 、 β は任意の係数、ただし $\beta \neq 0$)

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来例では、以下に述べるような欠点があった。即ち、いくら高解像度情報の作成を行っても、高画質化には限界があるという点である。サンプリング定理より明らかなように、当然、入力解像度のナイキスト限界以上の情報は入力画像には依存しないため、ナイキスト周波数以上の情報作成は全て推測によるものになる。そのため、余り複雑ではないCG画像、イラスト画像、アニメーション画像のような、平坦な人工画像をジャギーレスに変換することは容易であるが、自然画像のナイキスト限界以上の情報推測による高画質化は難しい。即ち、いかなる方法を用いたとしても、低解像度を入力して高解像度に変換した場合は、元々高解像度である画像を入力した場合と比較すると明らかに画質は低くなる。

【0012】一方、近年になりデジタルビデオカメラの普及により、撮像した画像を連続した1フレーム単位にコンピュータに入力できる手段が増えてきている。ただ、プリンタの出力解像度は年々増加しているが、撮像系の入力解像度は増加傾向にあるとはいっても、プリンタ解像度に比べればまだまだ低いのが現状である。

【0013】そこで、従来の技術で述べたような、一枚の低解像度静止画から一枚の高解像度静止画を作成するのではなく、動画から取り込んだ連続した複数の低解像度静止画から一枚の高解像度静止画を作成する技術を後述する本発明により提案する。複数の静止画からより広範囲のパノラマ画像を作成する技術としては、「動画のパニングを考慮した背景画像の合成：吉沢、花村、富永、信学春季全大予稿集7-51 (1990)」及び「分割撮像によるパノラマ画像の生成法：中村、金子、林、信学春季全大予稿集7-165 (1991)」等の提案がある。しかし、一枚の静止画より撮像範囲を拡大したパノラマ画像の作成技術ではなく、撮像範囲は同じで、複数の静止画情報を合成して内挿により解像度を向上させる技術の提案は数少ない。

【0014】このような低解像度の動画から高解像度の静止画を作成する技術に特開平5-260264号公報による提案がある。この提案は、連続した複数の画像同

中の観測点 n における画素値を $P(n)$ とする)を検出し、注目画素を複数画素分に補間した各補間点 k における補間値 $C(k)$ を基に、出力値 $h(k)$ を以下の式により演算している。

【0010】

【数4】

士を比較して2種画像の差異から、アファイン変換及び平行移動のパラメータを検出して2種画像を合成するものである。上記提案の第2の実施例には、合成を補間に利用する例について記載されている。しかし、この提案では以下の問題点がある。

【0015】即ち、上記第2の実施例に記載された方法は、前述した図22～図24に示した補間方法により拡大した連続画像同士を比較することにより、前述したパラメータを算出して補間位置を決定し、合成していくものである。補間演算自体が新たな高解像情報を作成するものではないために、合成する座標の正確な決定も困難である。補間するということは、画素間を内挿することである。上記方法では、連続画像同士を比較する時に入力解像度の画素間の情報がない。簡単に言い換えると、2種の画像を画像A、画像Bと仮定すると、画像Aの画素間のどの位置に画像Bの画素を内挿するかという決定が、単なる拡大画像間の比較では困難である。

【0016】これは、動きベクトルのベクトル量の最小単位が画素単位であり、画素間距離よりも細かい分解能がないという点が起因している。即ち、ベクトルの分解能が画素間以下の精度を持たなければ、複数の静止画を用いて補間する効果は薄れ、従来例で述べた一枚の低解像静止画から一枚の高解像静止画を作成する場合と、画質的にほとんど変わりなくなる。

【0017】また、「国際標準画像符号化の基礎技術：小野文孝、渡辺裕 コロナ社」には、各種動き検出法について幾つかの方法の説明がある。しかし、何れの記載の方法も動き補償を目的とした検出方法であり、複数の画像から一枚の画像を作成するという本発明の目的とは異なるため、細かい検出精度が不必要であり、これらの技術を利用して良好な複数画像の合成は困難であった。

【0018】そこで本出願人は、直交変換を利用して画素間距離よりも細かい分解能を持つベクトルの算出方法を提案した。この方法により、複数の静止画が各々独立したものではなく、画像間の空間的座標の関連付けが可能になった。しかし、動きベクトルの分解能が画素間距離よりも細かく算出されたとしても、画像間の相対位置

が正しく把握できるのみで、まだ問題点は数多く残っている。その一つが複数画像間のデータの合成方法である。

【0019】即ち、画像間の空間的座標を補正した後の同一場所の画素値同士を比較すると、画素値が大きく異なっていることが多い。そのため、位置補正を施した後には、ただ単純に複数画像の画素を配置させて内挿しただけでは、内挿した画素値が使用した画像毎に異なっているために、その不均一性がノイズのように視認され画質が劣化していた。即ち、従来では相対位置検出後の複数フレームの画像同士を合成して一枚の高精細静止画に仕上げる良好な合成方法が提案されていなかった。

【0020】本発明は、上記の問題を解決するために成されたもので、複数の画像を合成して高画質の高解像度画像を得ることを目的としている。

【0021】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明による画像処理装置においては、入力される1枚目の画像から $N \times N$ 画素単位のブロックAを作成する第1のブロック化手段と、入力される2枚目の画像から $N \times N$ 画素単位の p 個($p \geq 1$)のブロックを作成する第2のブロック化手段と、上記ブロックA及び p 個のブロックをそれぞれ直交変換する変換手段と、上記ブロックA及び p 個のブロックの直交変換係数を用いて新規に $N \times N$ 個の成分より構成される変換係数のブロック F_K を作成する変換係数作成手段と、上記ブロック F_K を逆直交変換する逆直交変換手段と、上記逆直交変換結果を上記2枚目の画像の標本点とずらせて配置する配置手段と、上記ずらせて配置した画像と上記2枚目の画像とを合成する合成手段とを設けている。

【0022】また、本発明による画像処理方法においては、入力される1枚目の画像から $N \times N$ 画素単位のブロックAを作成する手順と、入力される2枚目の画像から $N \times N$ 画素単位の p 個($p \geq 1$)のブロックを作成する手順と、上記ブロックA及び p 個のブロックをそれぞれ直交変換する手順と、上記ブロックA及び p 個のブロックの直交変換係数を用いて新規に $N \times N$ 個の成分より構成される変換係数のブロック F_K を作成する手順と、上記ブロック F_K を逆直交変換する手順と、上記逆直交変換結果を上記2枚目の画像の標本点とずらせて配置する手順と、上記ずらせて配置した画像と上記2枚目の画像とを合成する手順とを設けている。

【0023】また、本発明による記憶媒体においては、入力される1枚目の画像から $N \times N$ 画素単位のブロックAを作成する処理と、入力される2枚目の画像から $N \times N$ 画素単位の p 個($p \geq 1$)のブロックを作成する処理と、上記ブロックA及び p 個のブロックをそれぞれ直交変換する手順と、上記ブロックA及び p 個のブロックの直交変換係数を用いて新規に $N \times N$ 個の成分より構成される変換係数のブロック F_K を作成する処理と、上記ブ

ロック F_K を逆直交変換する処理と、上記逆直交変換結果を上記2枚目の画像の標本点とずらせて配置する処理と、上記ずらせて配置した画像と上記2枚目の画像とを合成する処理とを実行するためのプログラムを記憶している。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面と共に説明する。本実施の形態による画像処理装置は、主として動画を撮像するアナログビデオカメラやデジタルビデオカメラの内部、もしくはビデオカメラと直接あるいはコンピュータを介して接続されるプリンタやビデオプリンタ等の画像出力装置内部に具備することが効率的であるが、ビデオカメラとプリンタとの接続で中間アダプタとなる画像処理装置、又はホストコンピュータ内のアプリケーションソフト、また、プリンタに出力するためのプリンタドライバソフトとして内蔵することも可能である。

【0025】図1は本発明の実施の形態による画像処理装置を示すブロック図である。本実施の形態では、デジタルビデオカメラで撮像した画像をコンピュータに送信して、コンピュータ内のアプリケーションソフトによりプリンタ相当の解像度まで変換する例について説明する。

【0026】図1において、ユーザは、デジタルビデオで撮影した動画を記録した記録媒体を再生し、自分の欲するシーンで画像の取り込み命令を送る。この取り込み命令に同期して、入力端子100より格納部101に取り込み命令直後の連続した複数フレームの画像情報を格納する。動きベクトル演算部102は、連続した2枚の画像[mフレーム画像と(m+1)フレーム画像]の差異を基に、部分的に移動した移動量をベクトルとして計測する。

【0027】配置部A103は、撮像した2枚目の画像をメモリ内に配置させる。このメモリは、(入力したフレーム画素数) × (垂直方向拡大率) × (水平方向拡大率) 以上のアドレス空間を有している。配置部A103は、所定の拡大率に見合った画素の配置を実行していく。例えば、拡大率が水平方向、垂直方向ともに2倍の場合は、垂直方向、水平方向ともに1画素おきに(m+1)フレーム目の画素を配置していくことになる。

【0028】データ加工部104は、mフレーム目の画像情報を、(m+1)フレーム目の画像情報にうまく適合するように、画素値に加工を施すものである。このデータ加工部104が本実施の形態の大きな特徴になる。

【0029】配置部B105は、動きベクトル演算部102で算出したmフレームと(m+1)フレームとの相対的なベクトル量に応じて、データ加工された画像情報を配置部A103と同一メモリ内に配置させるものである。合成部106は、上記同一メモリ内に配置した両者の画像を合成して一枚の画像情報を作成する。補間部1

07は、合成した画像がまだ所望の解像度まで内挿点の情報が埋まっていない場合に、埋まっていない内挿点の情報を補間演算により算出するものである。出力端子108は、高解像度化した画像情報をプリンタ等へ送信する。

【0030】次に、動きベクトル演算部102について説明する。動きベクトルを算出する方法は古くから様々な方法が提案されているが、従来方法では画素間距離以下のベクトルの分解能がないために、合成、補間を施して低解像度の動画を高解像度の静止画に変換する用途には適さない。

【0031】本実施の形態による動きベクトル演算部102の詳細な構成を図2に示す。図1の格納部101から動きベクトル演算部102へ送信される2種の画像は、1種は、ユーザが取り込み命令をかけた直後の画像（時刻mフレームとする）、また、他の1種は時刻mフ

$$F(u, v) = (2/N)C(u)C(v) \sum_{m=0}^{N-1} \sum_{n=0}^{N-1} f(m, n) \cos((2m+1)u\pi/2N) \cos((2n+1)v\pi/2N)$$

…式6

$$C(p) = 1/\sqrt{2} \quad (p=0),$$

$$C(p) = 1 \quad (p \neq 0)$$

【0035】で求められる。

【0036】一方、(m+1)フレーム目の画像はM×M'ブロック化部203において、M×M'画素単位にブロック化される。この時、M×M'画素単位のブロックは、(m+1)フレーム目内の、上記ブロックAと同一座標のN×N画素のブロックを包括し、大小関係は、M≥N、かつM'≥N（但し、M=M'=Nの場合を除く）になる。いま、M=M'=20と仮定する。即ち、ブロックAと同一座標を含む20×20画素のブロックを(m+1)フレーム目内に用意することになる。

【0037】次に、N×Nブロック化部204において、20×20画素のブロック内で、mフレーム目と同サイズのN×N画素のブロックを作成する。ブロックの作成は、ブロックAの同一座標からスタートしてもよいし、M×M'ブロックの端から順に初めてもよい。いま、(m+1)フレーム目内で作成したN×N画素のブロックを仮にブロックBと称する。

フレーム目から1フレーム後の画像[(m+1)フレームとする]とする。

【0032】図2において、N×Nブロック化部201は、mフレーム目の画像をN×N画素単位にブロック化する。Nの値は種々考えられるが、例としてN=8を想定する。いま、この作成した8×8画素の注目ブロックを仮にブロックAと称する。次に、直交変換部202において、ブロックAの直交変換を演算する。直交変換の種類は限定しないが、容易に高速で演算できるアダマー変換、及びJPEG (Joint Photographic Expert Group) で採用されているDCT (離散コサイン変換) 等が一般的である。

【0033】いま、DCTを例にすると、N×N画素の2次元DCTの変換係数は、

【0034】

【数5】

【0038】次に直交変換部205は、作成したブロックBをブロックAと同様に直交変換する。当然、直交変換部202、205の直交変換は、同一の変換手段でなくてはならない。次に変換係数評価部206では、ブロックA、ブロックBの直交変換係数を基に、その変換係数の類似性を評価する。類似性の評価は、ブロックのDC (直流) 成分と、AC (交流) 成分の主に低周波域の成分を基に、それぞれの係数の差分に、成分に応じた重み付け係数を乗じた値の和で評価する。

【0039】いま、説明を容易にするために、ブロックの座標をブロックを形成する左上の画素の座標で管理することにする（以下、この画素の座標をブロックの原点と称する）。即ち、図3に示したように、ブロックBの原点（斜線部の画素に相当する）を(a, b)とすると、ブロックAとブロックBとの類似性の評価関数は、

【0040】

【数6】

$$R(a,b) = \sum_{u=0}^{N-1} \sum_{v=0}^{N-1} (W(u,v) \times |F_A(u,v) - F_B(a,b)(u,v)|) \quad \cdots \text{式7}$$

$W(u,v)$ は成分(u,v)の重み付け係数

$F_A(u,v)$ はブロックAの直交変換係数

$F_B(a,b)(u,v)$ は原点(a,b)の時のブロックBの直交変換係数

【0041】で算出する。

【0042】高周波域になるほど隣接ブロック間の変換係数の相関が低くなるため、高周波域ほど重み付け係数 $w(u,v)$ の値を小さく設定する。座標が空間的に近いブロック同士の低周波域の変換係数は非常に相関が高いため、式7ではブロック同士の空間的な位置関係を変換係数の類似性に置き換えて評価している。また、式7では絶対値を用いているが、差分の2乗でも同様の評価は可能である。

【0043】ブロック制御部207は、ブロックBの原点(a,b)を1画素移動して、新たにブロックを作成し、同様の処理を繰り返す。即ち、 $N=8$ 、 $M=M'=20$ を例にすると、 8×8 画素のブロックは 20×20 画素のブロック中に 13×13 個作成できるので、そのブロック数分に対して繰り返し類似性を演算することになる。

【0044】 $(m+1)$ フレーム目内において、全てのブロックBの走査を終了すると、上述の評価関数である $R(a,b)$ が最小になる座標 (a',b') を判定する。即ち、類似性 $R(a,b)$ はブロックAB間の誤差成分と見なせるため、 $R(a,b)$ が最小値をとる時のブロックB(この時のブロックをブロックB'と称する)が空間的にもブロックAと最も近いブロックと見なし、ブロックAの移動した先と判断する。ただ、これだけでは従来例と同様に、動きベクトルの分解能は1画素単位であり、画素間距離以下のベクトルが判定できない。

【0045】そこで、本実施の形態では、画素間距離よりも短い分解能で動きベクトルを推測する。以下にベクトルの推測方法を説明する。上述の方法において、 m フレーム目の注目ブロックであるブロックAの原点を (a_0, b_0) とし、上記 $R(a,b)$ が最小値をとる $(m+1)$ フレーム目のブロックB'の原点を (a', b') とする。変換係数評価部206におけるブロックB'の検索は大まかな画素単位の検索であったが、今度はブロックB'周辺に絞った細かい距離の推測をする。即ち、変換係数評価部206では、まず、空間的に最も近いと思われるブロックB'の検索を第1段階として行い、次に、第2段階として、求めたブロックB'からの微小なずれ量の推測を行うという、構成の異なる2段階

の評価を実施することになる。

【0046】図4に上記2段階目の推測の動作手順を示すフローチャートを示す。ステップS401(以下、ステップ略)は、ブロックB'の水平方向に1画素左に作成したブロックと1画素右に作成したブロックとの前記式7による評価関数結果を比較する。即ち、ブロックB'の原点は (a', b') であるため、 $R(a'+1, b')$ と $R(a'-1, b')$ の大小を評価する。この $R(a'+1, b')$ 、 $R(a'-1, b')$ については、既に上記第1段階の類似性評価の際に算出しているので、演算結果を記憶、保持しておくのが好ましい。

【0047】S401において、もし、 $R(a'+1, b')$ が小さいと評価されるとS402に、また否と評価されるとS403に移動する。次に、S402では原点 $R(a'+1, b')$ より構成されるブロックをブロックCと設定し、また、S403では原点 $R(a'-1, b')$ より構成されるブロックをブロックCと設定する。それと同時に、S402では変数 c を $c=1$ と設定し、また、S403では $c=-1$ と設定する。

【0048】次にS404において、今度はブロックB'の垂直方向に1画素上に作成したブロックと1画素下に作成したブロックとの式7による評価関数結果を比較する。即ち、ブロックB'の原点は (a', b') であるため、 $R(a', b'+1)$ と $R(a', b'-1)$ の大小を評価する。この類似性の評価関数に関しても、第1段階の類似性評価の際に算出しているので、演算結果を記憶、保持しておくのが好ましい。

【0049】S404において、もし、 $R(a', b'+1)$ が小さいと評価されるとS405に、また否と評価されるとS406に移動する。次に、S405では原点 $R(a', b'+1)$ より構成されるブロックをブロックDと設定し、また、S406では原点 $R(a', b'-1)$ より構成されるブロックをブロックDと設定する。それと同時に、S405では変数 d を $d=1$ と設定し、また、S406では $d=-1$ と設定する。

【0050】次にS407では、ブロックAの直交変換係数中の水平方向のAC基本波成分である $F_A(1, 0)$ とブロックB'及びブロックCの直交変換係数中の水平方向のAC基本波成分である $F_{B'}(1, 0)$ 、 F

c (1, 0) の3種の値の大小関係を評価する。

【0051】即ち、 $F_A(1, 0)$ の値が、 $F_{B'}(1, 0)$ の値と $F_C(1, 0)$ の値との間に存在する

$$x = \{F_A(1, 0) - F_{B'}(1, 0)\} / \{F_C(1, 0) - F_{B'}(1, 0)\} \cdots \text{式8}$$

また、S409では、変数 x は $x=0$ と設定される。

【0052】同様にS410では、ブロックAの直交変換係数中の垂直方向のAC基本波成分である $F_A(0, 1)$ と、ブロックB' 及びブロックDの直交変換係数中の水平方向のAC基本波成分である $F_{B'}(0, 1)$ 、 $F_D(0, 1)$ の3種の大小関係を評価する。即ち、 F

$$y = \{F_A(0, 1) - F_{B'}(0, 1)\} / \{F_D(0, 1) - F_{B'}(0, 1)\} \cdots \text{式9}$$

また、S412では、変数 y は $y=0$ と設定される。

【0054】S413では式8、式9により算出した x 、 y を基に、ブロックAから真に移動したと判断され

$$\rightarrow AB'' = (a' + c \times x - a_0,$$

【0055】即ち、ブロックAからブロックB' への動

$$\rightarrow AB'' = (a' - a_0, b' - b_0) \cdots \text{式11}$$

となるので、式10の $c \times x$ 、及び $d \times y$ の項が画素間距離よりも分解能の高いベクトル成分となっている。

【0056】以上のフローについて、図5～図10を基にしてさらに詳細に説明する。図5はブロックAとブロックB' との相対関係を示した図である。ブロックAの原点が (a_0, b_0) 、ブロックB' の原点が (a', b') であることは前述した通りである。いま、第1段階の類似性評価によりブロックAからブロックB' への大まかなベクトルが算出されている。

【0057】図6はブロックB' とブロックB' の周辺に作成したブロックとの相対関係を示した図である。図6(a)は水平方向の周辺ブロックを示し、原点が (a', b') であるブロックB' を中心に1画素ずつ左右に原点をずらした2つのブロックを示している。但し、図6(a)では、各ブロックを若干縦方向にずらしているが、これはブロックの相対関係を分かりやすく表現するためのものであり、実際には縦方向にはずれてはいない。図中、斜線で示した画素が各々の原点の画素になる。

【0058】前述したように、このどちらかのブロックが、ブロックCと設定される。同様に、図6(b)では、垂直方向の周辺ブロックを示し、原点が (a', b') であるブロックB' を中心に1画素ずつ上下に原点をずらした2つのブロックを示している。但し、図6(b)では、各ブロックを若干横方向にずらしているが、これはブロックの相対関係を分かりやすく表現するためのものであり、実際には横方向にはずれてはいない。同様に、このどちらかのブロックが、ブロックDと設定される。ブロックC及びブロックDの設定は前述したように、どちらのブロックがブロックAとの直交変換係数の類似性が高いかという判断によって行う。

か否かを判断する。もし、存在していれば、S408へ、否ならS409へ移動する。S408では、変数 x が以下の式で算出される。

$A(0, 1)$ の値が、 $F_{B'}(0, 1)$ の値と $F_D(0, 1)$ の値との間に存在するか否かを判断する。もし、存在していれば、S411へ、否ならS412へ移動する。

【0053】S411では、変数 y が以下の式で算出される。

るブロック(ブロックB'' と称する)への動きベクトル $\rightarrow AB''$ を以下のように設定して終了する。

$$b' + d \times y - b_0) \cdots \text{式10}$$

きベクトル $\rightarrow AB''$ は、

$$\cdots \text{式11}$$

【0059】図7、図8、図9は、それぞれ実際の自然画像中のブロックA、ブロックB'、ブロックCの画素値、及び式6で算出したDCT変換係数の様子を示したものである。図7の701はmフレーム中の注目ブロックであるブロックAの画素データである。ブロックサイズは 8×8 画素とする。702はブロックAのDCT変換係数を示す。この変換係数702を基に、 $(m+1)$ フレーム中のブロックB' の検索を行う。

【0060】図8の801は、検索した結果、最も類似性が高いと評価されたブロックB' の画素値を示す。802は、検索に使用されたブロックB' のDCT変換係数である。702、802から明らかなように、類似性が高いことが分かる。

【0061】図9の901はブロックB' の原点が1画素右方向に移動したブロックCを示す。これは、原点が1画素左方向に移動したブロックよりも類似性が高いと評価されて選択されたものである。902はブロックCのDCT変換係数を示している。当然、ブロックC(902)とブロックA(702)との類似性は、ブロックB'(802)とブロックA(702)との類似性よりも低い(誤差が大きい)。

【0062】ここで、ブロックB' と1画素ずれたブロックCとの画素間空間にブロックAを合成させるために、画素間距離以内での配置位置を決定しなくてはならない。そこで、図4のフローで説明したように、702、802、902のDCT変換係数の水平方向AC基本波成分に着目する。いま、702の水平方向AC基本波成分は“36.37”、802では“35.50”、902では“41.46”であるので、これらの相互比較によって位置を推測する。即ち、空間的な距離に比例して基本波成分が線形に推移するものと仮定するわけで

ある。

【0063】ここで、実際の値を式8に当てはめて、ブ

$$x = (36.37 - 35.50) / (41.46 - 35.50) \approx 0.15$$

・・・式12

となる。即ち、ブロックB'の原点よりもブロックB"の原点は、0.15画素分右方向に位置するものと判断する。

【0064】ただ、図4でのフローにおいて説明したように、ブロックB'、ブロックA、ブロックCの水平方向基本波成分が単調増加、もしくは単調減少になっていない場合には、水平方向に関してはブロックB'の座標と同位置であると判断する。同様に垂直方向に関して、垂直方向AC基本波成分の変化比率に線形的に配置されるものとしてブロックB'からの垂直方向の距離yを演算する。

【0065】図10にブロックB'の原点からのx、yの位置関係の例を示す。x、yともに1画素以内の距離になる。図10はブロックB'よりも右方向及び下方向に位置している例である。●印は(m+1)フレームの画素位置を示している。上述したフローによって、x、yの値が算出されると、(a'、b')の位置から水平方向にx、垂直方向にyだけ移動した×印の位置がブロックAの合成する原点の位置になる。ブロックAから真の移動位置であるブロックB"への動きベクトルは式10で示した通りになる。

【0066】次に、データ加工部104について説明する。図11はデータ加工部104の詳細な構成を示すブロック図である。図11において、座標管理部1101は、動きベクトル演算部102から算出されたベクトルに従って、mフレームのブロックが(m+1)フレームのどの位置に移るかを管理するものである。この座標管理部1101からは、式7の評価関数が最小であったアドレスが出力される。N×Nブロック化部1102は、mフレーム目の画像をN×N画素単位でブロック化する。直交変換部1103は、ブロック化した画像情報を直交変換する。これらの各部は、前段の動きベクトル演算部102内部で使用したブロック(注目ブロック)の直交変換情報を保持していれば、改めてデータ加工部104内部で行う必要はない。

【0067】同様に、N×Nブロック化部1104、直交変換部1105は、座標管理部1101から受けたアドレスに基づいて、(m+1)フレーム目のN×N画素単位のブロック化、直交変換処理を実行する。これらの各部も前段の動きベクトル演算部102内部で作成、評

価したブロック(対象ブロック)のうち、評価関数が最小になったブロック、及びその周辺の直交変換情報を保持していれば、改めてデータ加工部104内部で行う必要はない。

【0068】次に、直交変換係数作成部1106は、mフレーム目の注目ブロック、及び(m+1)フレーム目の複数の対象ブロックの直交変換係数から、新たな変換係数を作成するものであり。この直交変換係数作成部1106が、本実施の形態の特徴でもある。逆直交変換部1107は、新たに作成した変換係数を逆変換して、実空間の画素値に変換するものである。以上が、注目ブロックのデータ加工の一連の流れである。

【0069】図12は直交変換係数作成部1106の動作手順の第1の実施の形態を示したフローチャートである。いま、mフレーム目の注目画素ブロックをブロックA、(m+1)フレーム目の評価関数の最小になったブロックをブロックB'、またブロックB'を基準にして水平方向に左右1画素毎にずらしてブロック化した2つのブロックのうち、評価関数が小さいと評価されたブロックをブロックC、同様に、ブロックB'を基準にして垂直方向に上下1画素毎にずらしてブロック化した2つのブロックのうち、評価関数が小さいと評価されたブロックをブロックDとする。また、ブロックCの原点のx座標、及びブロックDの原点のy座標を原点とするブロックをブロックEとする。ブロックEはブロックB'とは水平、垂直ともに1画素ずつずれていることになる。

【0070】また、各ブロックの直交変換係数をF_A、F_{B'}、F_C、F_Dとして、変換係数の各成分を2次元配列の形式で垂直、水平の順に表現する。例えば、F_A[3][5]は、ブロックAの垂直(y軸)方向に3成分目、水平(x軸)方向に5成分目の直交変換係数を示し、座標形式で表現したF_A(5,3)と同じである。また、直交変換は8×8画素のDCTを例にする。

【0071】図12において、S1201、S1202は変数の初期化を示し、垂直方向の変数i、水平方向の変数jを“0”に初期化する。続いて、S1203において、変数i、jの値がともに4未満か否かを判定する。YESの場合には、S1204で以下の演算が行われる。

$$F_K[i][j] = (1-x') \cdot (1-y') \cdot F_{B'}[i][j] + x' \cdot (1-y') \cdot F_C[i][j] + (1-x') \cdot y' \cdot F_D[i][j] + x' \cdot y' \cdot F_E[i][j] \dots \text{式13}$$

【0072】F_K[i][j]は、新規に作成するブロックKの成分[i][j]の直交変換係数を示している。また、x'、y'は、ブロックB'の原点からの内

挿点までの距離を示している。即ち、前述した式8、式9により算出したx、yの座標が、所望の内挿点上に完全に合致する場合は極めて少ない。実際には、算出した

x , y の値に基づいて、それに最も距離の近い内挿点 x' , y' 上に内挿することになる。言い換えると、 x' , y' がブロック K の原点になる。

【0073】上記式13は、 $(m+1)$ フレーム目の4つのブロック (F_B' , F_C , F_D , F_E) の同一成分の直交変換係数値を座標 x , y に応じた配分比率により算出する線形補間になっている。即ち、実空間での距離と線形に直交変換軸上でも変換係数を補間することになる。

【0074】次に、S1205では、変数 j をカウントアップし、S1206でブロックの水平成分が終了したか否かを判定する。YESであれば、S1203に戻り、NOであればS1207で、今度は変数 i をカウントアップする。S1208でブロックの垂直成分が終了したか否かを判定し、YESの場合には、S1202に戻り、NOの場合には64成分全て処理が実行されたとして終了する。

【0075】一方、S1203で、NOと判定された場合は、高周波域を処理していると判定されるので、S1209で以下の演算が実行される。

$F_K[i][j] = F_A[i][j] \cdots$ 式14

即ち、高周波域には、 m フレーム目の直交変換係数が代入されることになる。

【0076】この一連の処理を簡単に図解したのが図13である。図13において、1301、1302、1303、1304は、それぞれブロックB'、ブロックC、ブロックD、ブロックEの各ブロックの直交変換後 (F_B' , F_C , F_D , F_E) を示している。斜線部がDC成分で、ブロック中の右に行くほど、あるいは下に行くほど、AC成分高周波域になる。いま、この4ブロックの同成分の変換係数を基に、DC成分、及びAC低周波の15成分の変換係数を補間により作成する(図中、太線部)。この作成した16成分の変換係数を1305で示す。

【0077】一方、高周波域48成分は1306で示したブロックAの直交変換後 (F_A) の高周波域(太線部)を用いる。用いた高周波域の変換係数を1307で示す。そして低周波域1305、及び高周波域1307を合体させて、新たなブロックK (F_K) 1308を作成する。

【0078】次に、図14～図19に示す実際の画像データを基に説明する。図14は m フレーム目の注目ブロックであるブロックAの画像情報(a)とその直交変換(DCT)の変換係数情報(b)である。また、図15は $(m+1)$ フレーム目のブロックB'の画像情報(a)とその直交変換(DCT)の変換係数情報(b)、図16はブロックCの画像情報(a)とその直交変換(DCT)の変換係数情報(b)、図17はブロックDの画像情報(a)とその直交変換(DCT)の変換係数情報(b)、図18はブロックEの画像情報

(a)とその直交変換(DCT)の変換係数情報(b)を示す。

【0079】いま、拡大率を4倍×4倍と仮定した場合、各ブロックの直交変換係数の比率により、内挿点は図20の×印の位置になる。即ち、 $x' = y' = 1/4$ となり、×印の位置をブロックKの原点としてブロック内の64画素を配置させていくことになる。

【0080】図19はブロックKの変換係数作成の結果(a)と、その逆直交変換情報(b)である。(a)から明らかなように、DC成分、及びAC低周波域の成分は図15(b)、図16(b)、図17(b)、図18(b)の低周波域の補間結果が代入されている。また、図19(a)の高周波域は図14(b)の高周波域の変換係数値が代入されている。

【0081】また、逆直交変換情報である図19(b)及び図15(a)から明らかなように、 m フレーム目の情報を $(m+1)$ フレーム目と合成しても、違和感なく適合されることが分かる。

【0082】以上、直交変換の係数作成による複数画像の合成について述べてきたが、本発明の思想は、複数の異なる静止画のブロックを基に、全く新規なブロックを直交変換軸上で作成する点にある。即ち、複数画像を合成する際に最も役に立つ情報は、高周波域の情報である。DC成分とAC低周波域の成分は、複数枚を用いてもあまり必要な情報とはならない。どれも非常に相関が高いからである。それに比べて、撮像時や入力時の微少なずれにより、使用するフレーム毎に高周波域の情報が異なる。この異なる情報をいかにうまく活用していくのが画質向上のポイントになる。

【0083】本実施の形態では、高周波域の成分を、他の静止画の低周波域と合成させているために、必要な情報を無駄にすることなく効率的に画像の高画質化に活かすことが可能である。

【0084】また、以上の説明では、2つのフレームの画像の合成を例にしてきたが、連続したフレーム毎に一連の処理を繰り返すことにより、合成するフレーム数が増加して、より高解像の静止画像を作成できる。その際に所望の内挿点に合成情報が位置しないときには、補間手段により内挿点の画素値を補間する。この際の補間手段としては、図22～図24に示した方法で十分である。

【0085】図21は本発明の第2の実施の形態を示すフローチャートである。本実施の形態は、前述した第1の実施の形態の直交変換係数作成部1106における処理が異なるのみで、他の部分は共通である。図21において、S2101、S2202は変数の初期化を示し、垂直方向の変数 i 、水平方向の変数 j を“0”に初期化する。

【0086】続いて、S2103において、以下の演算が行われる。

$$F_K' [i] [j] = (1-x') \cdot (1-y') \cdot F_B' [i] [j] + x' \cdot (1-y') \cdot F_C [i] [j] + (1-x') \cdot y' \cdot F_D [i] [j] + x' \cdot y' \cdot F_E [i] [j] \cdots \text{式15}$$

【0087】続いてS2104において、以下の演算が行われる。

$$F_K [i] [j] = \alpha [i] [j] \cdot F_K' [i] [j] + \beta [i] [j] \cdot F_A [i] [j] \cdots \text{式16}$$

【0088】ここで、 $\alpha [i] [j]$ 、 $\beta [i] [j]$ は係数であり、直交変換後の成分である i 、 j に依存した重み付けによって予め設定されている。 $F_K [i] [j]$ は図12の第1の実施の形態と同様に、新規に作成するブロックKの直交変換係数を示している。また、 x' 、 y' も第1の実施の形態と同様、内挿点の位置を示している。

【0089】次にS2105では、変数 j をカウンタアップし、S2106でブロックの水平成分が終了したか否かを判定する。YESであれば、S2103に戻り、NOであれば、S2107で今度は変数 i をカウンタ

$$\begin{aligned} \alpha [i] [j] &= 1, \beta [i] [j] = 0 & (i < 4 \text{ かつ } j < 4 \text{ の時}) \\ \alpha [i] [j] &= 0, \beta [i] [j] = 1 & (\text{上記以外の時}) \cdots \text{式17} \end{aligned}$$

と設定しておけば、図12の場合と全く等価にすることができる。

【0091】言い換えれば、図12の実施の形態は図21の実施の形態を含んでいることになる。図21の実施の形態では、低周波域では $\alpha [i] [j]$ の値を大きく、高周波域では $\beta [i] [j]$ の値を大きく設定することが好ましい。

【0092】また、一般的には、

$\alpha [i] [j] + \beta [i] [j] = 1 \cdots \text{式18}$
が成り立つが、これに限ることではない。即ち、高周波域の変換係数を減少させたい場合などでは、

$\alpha [i] [j] + \beta [i] [j] < 1 \cdots \text{式19}$
という設定も十分あり得る。この係数設定は実験的に算出するのが好ましい。

$$F_K [i] [j] = \alpha [i] [j] \cdot F_B' [i] [j] + \beta [i] [j] \cdot F_A [i] [j] \cdots \text{式20}$$

【0095】即ち、以上述べてきたデータ加工の式をまとめると、一般的に以下のように記述できる。

$$F_K [i] [j] = \sum_{q=1}^p \alpha_q [i] [j] \cdot F_q [i] [j] + \beta [i] [j] \cdot F_A [i] [j] \cdots \text{式21}$$

【0097】上式において、 q は $(m+1)$ フレーム目上に形成したブロック番号、 p は $(m+1)$ フレーム目上でデータ加工に用いたブロック数、 α_q はブロック番号 q における係数を示している。図21の例では $(m+1)$ フレームの4ブロックを使用しているので、 $p=4$ になる。

【0098】即ち、 m フレーム目の注目ブロックAの直交変換成分 i 、 j における変換係数 $F_A [i] [j]$ と、 $(m+1)$ フレーム目のデータ加工に必要な幾つか

のブロック F_q における変換係数 $F_q [i] [j]$ との積和演算において、新規なブロックKの直交変換係数 $F_K [i] [j]$ を算出していることになる。

【0090】本実施の形態では、図12の第1の実施の形態とは異なり、 i 、 j の値によって処理を切り換えはしない。その代わりに i 、 j の値に依存した重み付け係数で $(m+1)$ フレーム目の情報 $F_K' [i] [j]$ と m フレーム目の情報 $F_A [i] [j]$ との積和演算を施している。即ち、 $\alpha [i] [j]$ 、 $\beta [i] [j]$ の値の設定を、

【0093】以上、直交変換の係数作成による複数画像の合成について述べてきたが、本発明は直交変換を利用したデータの加工に特徴があるので、その他の部分、例えば、動きベクトル演算部や、合成部等の構成、動作については限定しない。動きベクトル演算部では、本出願人が先に提案した記載の直交変換を利用したベクトル算出を基に説明したが、これに限るものではなく、実空間上の画素値の差分の2乗和が最小になる位置を検出する方法などの、従来から用いられている方法を用いてもよい。

【0094】また、データ加工においても、以下の式のように簡易的に m フレーム目の注目ブロックAと $(m+1)$ フレーム目の最も誤差の小さいブロックであるブロックB'同士の直交変換係数の演算にしてもよい。

【0096】
【数7】

のブロック F_q における変換係数 $F_q [i] [j]$ との積和演算において、新規なブロックKの直交変換係数 $F_K [i] [j]$ を算出していることになる。

【0099】また、図12、図21に示したように、 $F_K [i] [j]$ の値が内挿点の距離を示す x' 、 y' の値に依存する場合には、以下のように記述することができる。

【0100】
【数8】

$$F_k[i][j] = \sum_{q=1}^p h(x', y') \cdot \alpha_q[i][j] \cdot F_q[i][j] + \beta[i][j] \cdot F_A[i][j] \quad \cdots \text{式} 22$$

【0101】ここで、 $h(x', y')$ は内挿点と観測点との距離に依存した補間演算の関数である。この関数は、線形補間、3次畳み込み内挿法等が考えられる。この式21、及び式22を用いることによって、複数フレームのブロック情報から新規なブロックの直交変換係数を自由度が高く作成することができる。

【0102】また、以上の説明では、直交変換で 8×8 画素のブロックのDCTを基に説明したが、これ以外の画素数でもよいのは勿論である。また、各実施の形態では、全て m フレームと $(m+1)$ フレームの連続画像について説明してきたが、本発明においては連続、非連続は限定しない。当然、 m フレームと $(m+n)$ フレーム（但し、 $n \geq 1$ ）間の動きベクトルを本発明の技術を用いて合成することも可能である。さらに、複数の機器から構成されるシステムに適用しても1つの機器から成る装置に適用してもよく、また、システムあるいは装置にプログラムを供給することによって達成される場合にも、本発明を適用できることはいうまでもない。

【0103】次に本発明の他の実施の形態としての記憶媒体について説明する。本発明は、ハードウェア構成により実現することもできるが、CPUとメモリからなるコンピュータシステムによる構成で実現することもできる。コンピュータシステムに構成する場合、上記メモリは本発明による記憶媒体を構成する。即ち、各実施の形態で説明した各フローチャートによる動作を実行するためのソフトウェアのプログラムコードを記憶した記憶媒体をシステムや装置で用い、そのシステムや装置のCPUが上記記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出し、実行することにより、本発明の目的を達成することができる。

【0104】また、この記憶媒体としては、ROM、RAM等の半導体メモリ、光ディスク、光磁気ディスク、磁気媒体等を用いてよく、これらをCD-ROM、フロッピーディスク、磁気媒体、磁気カード、不揮発性メモリカード等に構成して用いてよい。

【0105】従って、この記憶媒体を図1に示したシステムや装置以外の他のシステムや装置で用い、そのシステムあるいはコンピュータがこの記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出し、実行することによって、上記各実施の形態と同等の機能を実現できると共に、同等の効果を得ることができ、本発明の目的を達成することができる。

【0106】また、コンピュータ上で稼働しているOS等が処理の一部又は全部を行う場合、あるいは記憶媒体から読み出されたプログラムコードが、コンピュータに挿入された拡張機能ボードやコンピュータに接続された拡張機能ユニットに備わるメモリに書き込まれた後、そ

のプログラムコードの指示に基づいて、上記拡張機能ボードや拡張機能ユニットに備わるCPU等が処理の一部又は全部を行う場合にも、上記各実施の形態と同等の機能を実現できると共に、同等の効果を得ることができ、本発明の目的を達成することができる。

【0107】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、複数フレーム分の直交変換情報を基に新規なブロックの直交変換係数を作成し、その逆直交変換情報を原情報の標本点からずらして配置することにより、違和感の無い複数画像の合成が可能になる。また、DC成分やAC成分の各成分毎に重み付けした積和係数を用いて、複数フレームの直交変換情報の積和演算を施すことにより、高周波域の情報の付加が容易に、かつ高画質に実現できる。

【0108】また、従来提案されていた1枚の低解像静止画からの高解像静止画作成の内挿、補間技術に比べ、格段に高画質化した画像情報を作成することができる。さらに、ビデオカメラで撮影した低解像静止画情報から1枚の高解像静止画情報を容易に作成できるため、入出力の解像度の異なる機種間通信や、拡大変倍して高画質な画像を出力するビデオカメラ、プリンタ等を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態による画像処理装置のブロック図である。

【図2】動きベクトル演算部の構成を示すブロック図である。

【図3】動きベクトルを説明するための構成図である。

【図4】変換係数評価部の動作手順を示すフローチャートである。

【図5】動きベクトルを説明するための構成図である。

【図6】動きベクトルを説明するための構成図である。

【図7】ブロック化された画素値とDCT変換係数の例を示す構成図である。

【図8】ブロック化された画素値とDCT変換係数の例を示す構成図である。

【図9】ブロック化された画素値とDCT変換係数の例を示す構成図である。

【図10】動きベクトルを説明するための構成図である。

【図11】データ加工部の構成を示すブロック図である。

【図12】本発明の第1の実施の形態による直交変換係数作成部の動作手順を示すフローチャートである。

【図13】直交変換係数作成を説明するための構成図である。

【図14】ブロック化された画素値とDCT変換係数の例を示す構成図である。

【図15】ブロック化された画素値とDCT変換係数の例を示す構成図である。

【図16】ブロック化された画素値とDCT変換係数の例を示す構成図である。

【図17】ブロック化された画素値とDCT変換係数の例を示す構成図である。

【図18】ブロック化された画素値とDCT変換係数の例を示す構成図である。

【図19】直交変換係数作成後のブロック情報と逆直交変換の例を示す構成図である。

【図20】作成ブロックの内挿点の配置位置を説明するための構成図である。

【図21】本発明第2の実施の形態による直交変換係数作成部の動作手順を示すフローチャートである。

【図22】従来の最近接内挿法を説明するための構成図である。

【図23】従来の共1次内挿法を説明するための構成図

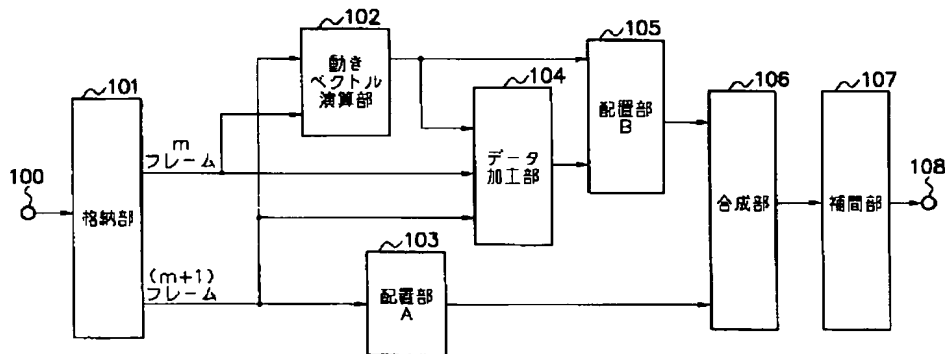
である。

【図24】従来の3次畳み込み内挿法を説明するための構成図である。

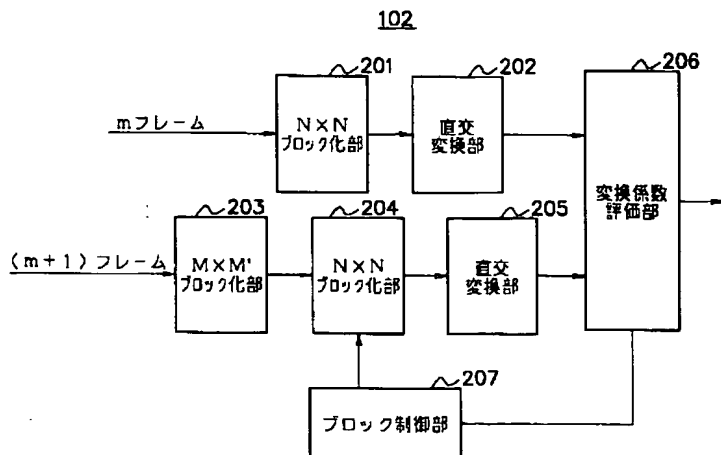
【符号の説明】

- 102 動きベクトル演算部
- 103 配置部A
- 104 データ加工部
- 105 配置部B
- 106 合成部
- 107 補間部
- 108
- 201、204 $N \times N$ ブロック化部
- 203 $M \times M'$ ブロック化部
- 202、205 直交変換部
- 206 変換係数評価部
- 207 ブロック制御部
- 1101 座標管理部
- 1102、1104 $N \times N$ ブロック化部
- 1103、1105 直交変換部
- 1106 変換係数作成部
- 1107 逆変換係数作成部

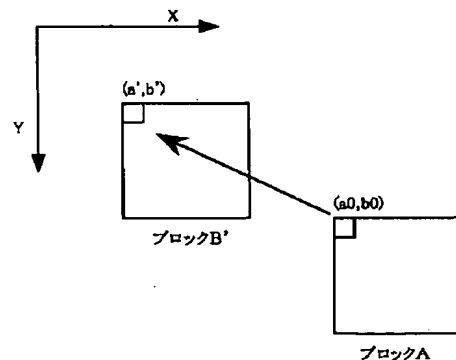
【図1】



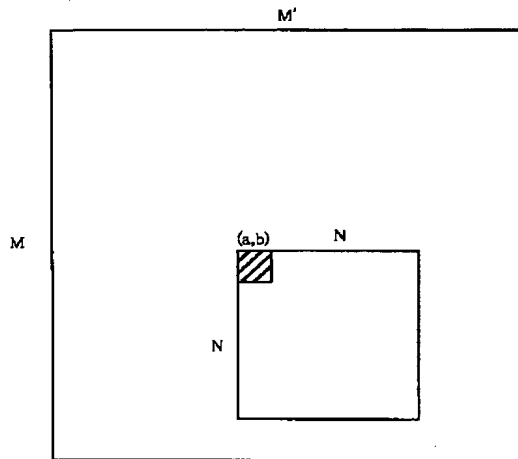
【図2】



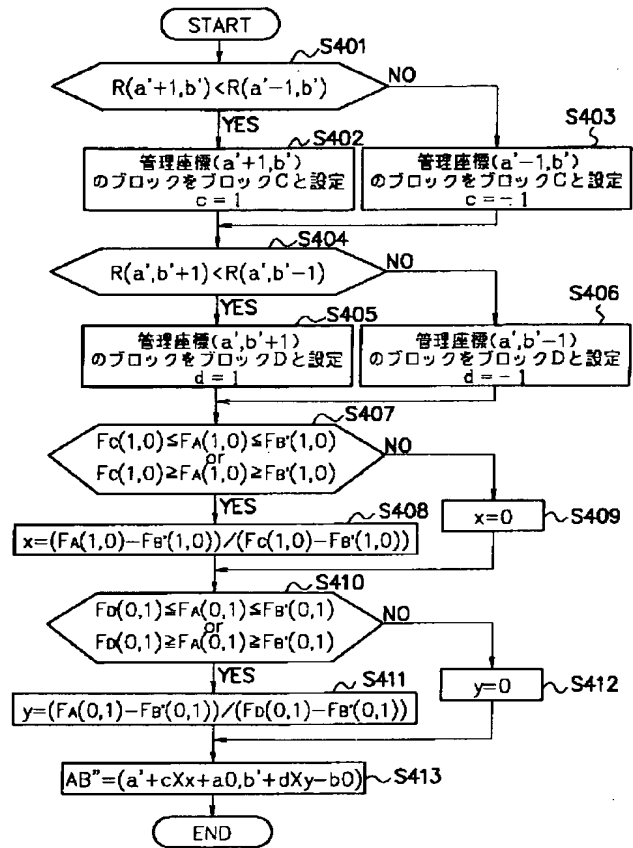
【図5】



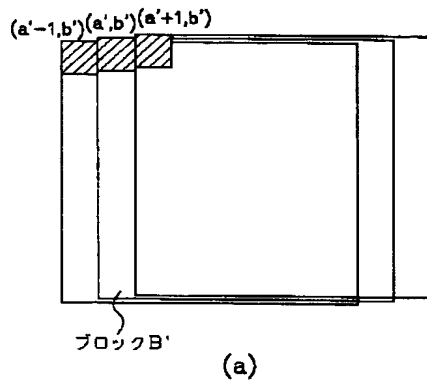
【図3】



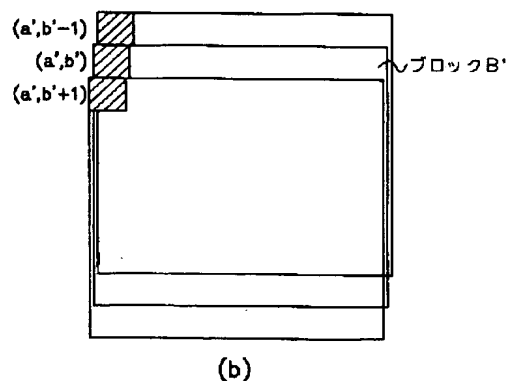
【図4】



【図6】

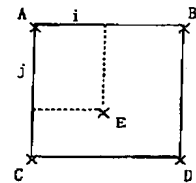


(a)



(b)

【図23】



【図7】

ブロックA

IN	63	56	60	54	52	50	46	47
	62	73	73	75	83	90	96	99
	81	91	99	105	112	117	121	120
	102	103	102	103	105	109	110	111
	125	121	116	111	112	110	106	103
	134	140	140	120	110	106	105	101
	137	142	147	137	112	107	105	97
	144	145	145	140	114	106	100	88

701

DCT	824.50	36.37	-6.21	-10.28	-9.75	3.45	0.68	-0.24
	-157.84	-80.37	7.36	9.76	4.70	-8.01	1.05	2.59
	-66.66	32.40	-7.42	-6.94	0.17	6.01	0.76	-1.86
	-45.08	35.71	8.77	0.01	-0.79	-1.72	4.12	3.75
	-34.75	22.78	2.11	9.37	7.00	2.06	1.83	-0.83
	-9.14	8.40	-2.99	-4.30	0.91	3.82	2.45	-0.25
	4.34	7.21	-3.24	-0.46	-0.88	0.00	1.42	2.25
	7.66	-0.48	-6.23	2.47	2.52	2.11	0.42	0.04

702

【図8】

ブロックB'

IN	65	54	59	56	52	50	46	45
	57	73	72	75	82	87	95	99
	80	87	98	105	110	115	121	122
	102	103	102	103	105	109	110	111
	127	124	116	111	112	110	107	103
	132	140	142	124	112	106	105	101
	136	140	148	140	116	107	105	97
	144	145	146	141	114	106	103	86

801

DCT	824.50	35.50	-9.34	-12.17	-8.25	5.78	-1.00	0.11
	-162.46	-80.86	9.85	9.29	5.72	-8.08	1.59	1.36
	-67.59	32.17	-9.69	-6.17	0.37	8.03	0.26	-1.26
	-42.10	37.82	6.31	0.84	0.07	-2.33	3.76	2.95
	-32.76	25.75	4.94	13.23	5.00	3.22	1.47	-1.08
	-8.12	7.79	-4.68	-2.64	3.71	5.04	4.64	0.45
	4.72	6.92	-2.74	-0.36	-0.42	2.69	2.69	1.94
	8.08	-0.45	-4.06	3.94	3.89	3.05	1.09	0.48

802

【図9】

ブロックC

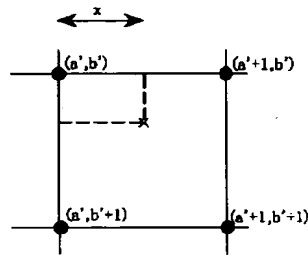
IN	54	59	56	52	50	46	45	53
	73	72	75	82	87	95	99	99
	87	98	105	110	115	121	122	116
	103	102	103	105	109	110	111	112
	124	115	111	112	110	107	103	103
	140	142	124	112	106	105	101	99
	140	148	140	116	107	105	97	96
	145	146	141	114	106	103	86	88

901

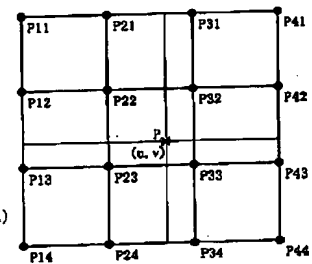
DCT	814.87	41.46	6.37	-1.81	-8.62	-6.73	2.64	-1.23
	-134.83	-84.34	-9.12	1.20	8.46	5.17	-4.66	-0.43
	-76.47	32.76	2.83	-8.35	-5.58	-5.23	4.65	0.58
	-63.76	28.31	12.19	-0.17	4.16	-1.87	-3.50	-1.91
	-43.62	15.13	0.25	-0.37	7.37	-1.11	3.55	1.19
	-10.64	7.16	-1.27	-7.14	-4.25	-3.27	-1.08	1.03
	1.23	8.44	-2.35	-0.80	-2.69	-2.52	-1.58	-0.93
	6.79	1.30	-7.72	-2.39	-1.03	0.45	0.45	0.29

902

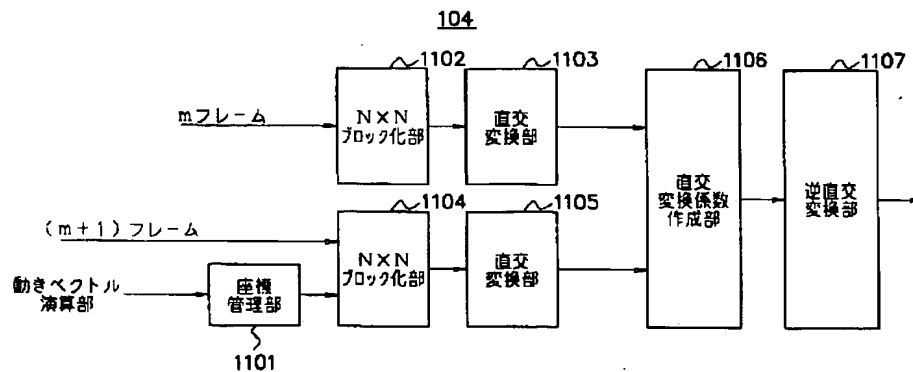
【図10】



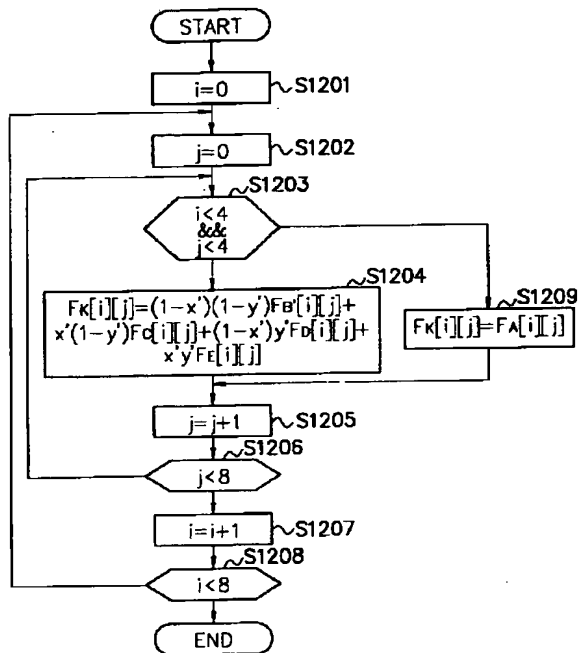
【図24】



【図11】



【図12】



【図14】

ブロックA

IN	188	192	191	192	192	193	197	194
	191	190	192	197	196	189	114	69
	192	197	205	204	189	88	6	40
	189	193	197	187	102	0	48	104
	190	195	190	101	13	51	117	164
	206	203	146	54	45	108	170	202
	199	183	118	51	68	145	204	200
	190	171	40	0	123	199	196	187

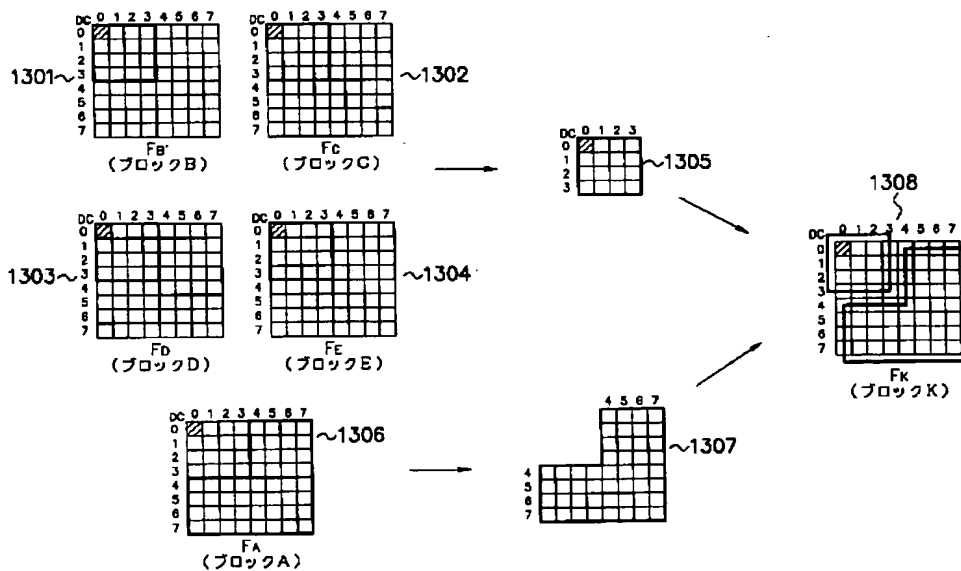
(a)

DCT

1178.50	174.46	147.27	-12.12	-29.50	-21.41	0.15	2.15
92.83	131.72	-255.40	-41.94	56.76	19.60	5.99	-4.24
112.98	-170.64	-1.32	167.87	-44.20	-24.42	-5.76	-2.32
56.63	-81.43	113.39	-45.84	-60.88	41.36	5.36	-2.86
-11.25	-30.26	40.44	-27.04	9.25	9.59	-15.40	2.65
9.15	10.76	-4.63	-43.49	30.41	10.50	-18.85	10.41
-1.61	5.30	-2.01	14.76	14.79	-31.30	2.57	4.72
-4.33	7.42	-2.74	-9.43	-10.99	1.68	15.49	-3.37

(b)

【図13】



【図 15】

ブロック B'

IN	186	186	189	192	190	199	208	155
190	187	186	196	205	198	125	62	
191	198	201	199	192	80	0	36	
191	193	199	188	85	0	26	85	
186	200	198	99	0	36	109	161	
193	204	151	47	35	106	167	209	
203	190	120	37	46	152	206	193	
204	176	31	0	103	204	204	188	

DCT

1159.75	184.32	155.88	-11.60	-47.00	-15.20	2.00	-5.70
95.65	128.49	-276.11	-31.39	68.09	20.30	-0.33	8.22
127.18	-187.62	5.86	188.38	-49.36	13.25	-13.25	-3.28
55.92	-66.27	112.67	-67.29	-66.87	40.80	7.49	3.80
-17.00	-18.24	40.78	-31.54	11.73	19.71	-13.91	-5.83
0.37	22.37	-3.90	-28.99	24.69	11.59	-9.66	5.42
-2.62	-1.38	-1.25	5.44	22.81	-35.64	-0.86	7.18
-4.41	10.53	4.07	-13.99	-9.83	0.43	9.39	4.71

【図 16】

ブロック C

IN	186	189	192	190	199	206	155	125
187	186	196	205	198	125	62	26	
198	201	199	192	80	0	36	26	
193	199	188	85	0	26	85	139	
200	198	99	0	36	109	161	207	
204	151	47	35	106	167	209	208	
190	120	37	48	152	206	193	189	
176	31	0	103	204	204	188	190	

(a)

(a)

DCT

1106.25	88.47	157.01	62.13	14.00	-10.74	-4.42	4.16
44.91	277.30	-173.62	-147.21	-37.66	16.85	-0.88	-4.08
117.77	-124.28	-188.44	141.08	69.65	5.52	7.14	1.86
92.27	-122.98	90.11	69.97	-62.01	-44.14	4.46	-3.70
10.50	-64.81	63.27	-21.57	-13.25	-2.99	26.02	-1.41
4.62	11.15	29.11	-36.68	-23.73	10.80	8.41	-7.89
-1.16	-3.39	0.64	-10.69	22.88	26.72	-19.56	-4.13
-5.17	10.38	13.33	2.06	-7.98	-9.68	-9.53	-2.07

(b)

(b)

【図 17】

ブロック D

IN	190	187	186	196	205	198	125	62
191	198	201	199	192	80	0	36	
191	193	199	188	85	0	26	85	
186	200	198	99	0	36	109	161	
193	204	151	47	35	106	167	209	
203	190	120	37	48	152	206	193	
204	176	31	0	103	204	204	188	
201	147	6	17	170	203	192	194	

DCT

1112.87	152.42	204.74	33.09	-35.87	-42.65	-1.87	-4.76
13.94	252.09	-253.98	-143.28	57.57	34.94	17.40	1.36
67.89	-66.93	-139.90	193.03	-47.76	-16.71	2.11	
76.27	-74.36	30.88	55.43	-80.00	11.95	12.74	-4.64
32.13	-63.77	33.48	9.95	-26.62	5.53	6.02	3.31
-0.59	-23.71	34.72	1.93	-34.56	29.50	-1.50	-14.80
10.71	-3.75	2.21	-17.80	3.45	30.85	-7.85	0.21
3.40	-12.66	2.94	12.87	10.50	-7.93	-9.35	-4.52

【図 18】

ブロック E

IN	187	186	196	205	198	125	62	25
198	201	199	192	80	0	36	26	
193	199	188	85	0	26	85	139	
200	198	99	0	36	109	161	207	
204	151	47	35	106	167	209	208	
190	120	37	48	152	206	193	189	
176	31	0	103	204	204	188	190	
147	6	17	170	203	192	194	190	

(a)

(a)

DCT

1064.87	21.17	166.91	104.78	56.88	8.46	-6.93	2.86
-38.30	363.34	-46.29	-191.47	-85.73	-11.08	-7.63	4.04
28.79	35.66	-258.59	17.45	105.41	54.02	-3.35	-1.00
64.99	-34.36	-38.78	112.50	-2.63	-35.73	-7.98	7.79
45.38	-64.19	-1.94	39.81	-6.12	-13.21	-5.01	-1.45
10.13	-40.76	21.58	30.50	-10.73	-31.98	23.54	3.04
14.89	-7.03	5.65	-12.65	-26.75	-8.72	19.84	-3.30
6.33	-16.23	-5.69	-0.32	12.47	13.50	5.81	2.14

(b)

(b)

【図 19】

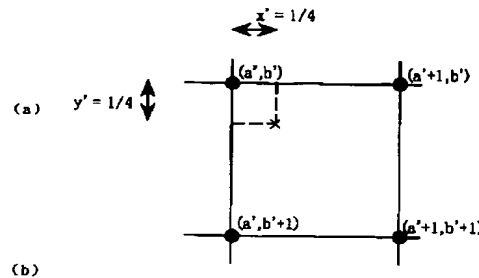
ブロック K

DCT	1134.81	150.17	165.94	21.62	-29.60	-21.41	0.15	2.15
62.44	194.24	-238.35	-84.09	55.78	19.80	5.99	-4.24	
107.95	-139.26	-74.06	168.01	-44.20	-24.42	-5.76	-2.32	
67.11	-89.91	82.38	-1.68	-60.88	11.36	5.36	-2.88	
-11.25	-30.28	40.44	-27.04	9.25	6.89	-15.40	2.65	
6.15	10.76	-4.63	-43.49	30.41	10.30	-18.86	10.41	
-1.61	8.89	-2.01	14.76	14.79	-31.30	2.87	4.72	
-4.93	7.42	-2.74	-9.43	-10.99	1.66	15.49	-3.37	

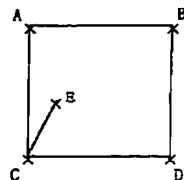
OUT

134	189	192	187	196	190	168	119
180	191	182	190	179	166	93	52
195	199	199	182	152	58	0	54
196	190	179	157	72	0	57	130
193	182	159	74	8	65	136	179
207	184	114	38	61	140	189	201
190	163	96	46	88	172	215	191
180	154	29	2	137	214	199	178

【図 20】

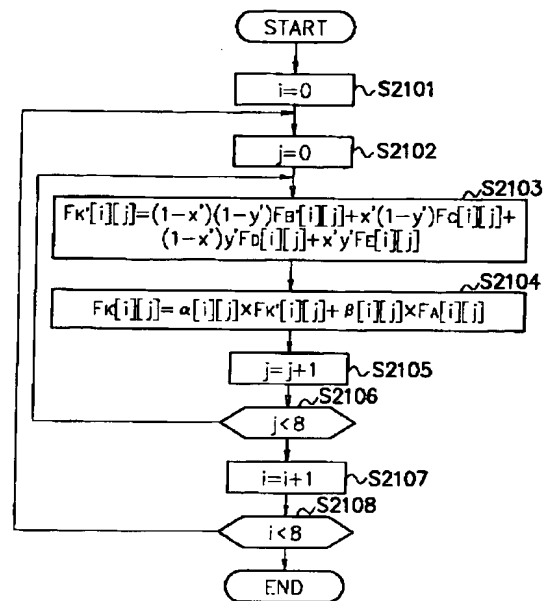


【図 22】



$J = \min(|A-E|, |B-E|, |C-E|, |D-E|)$
 $= |X-E|$
 (Jは内挿点から観測点までの最短距離
 Xは最短距離になる観測点)
 内挿点E=X

【図 21】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5B057 AA01 BA28 CD06 CE03 CE08
 CG02 CG05
 5C059 KK03 LB02 LB13 LB18 LC01
 LC06 MA05 MA12 MA19 MA23
 MC32 MC36 ME01 NN03 NN11
 NN16 NN21 NN28 NN37 PPO1
 PP26 SS12 SS20 SS26 SS28
 TA06 TA08 TA12 TA29 TA48
 TA62 TB07 TC04 TC06 TC12
 TD05 TD16 UA25 UA33
 5J064 AA01 BA16 BB04 BC01 BC29
 BD04